

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ D'OPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
24 décembre 2003 (24.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/106949 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
**G01K 13/02**

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR03/01808

(22) Date de dépôt international : 13 juin 2003 (13.06.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/07362 14 juin 2002 (14.06.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **AUX-ITROL SA** [FR/FR]; 5, allée Charles Pathé, F-18000 Bourges (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
**BERNARD, Marc** [FR/FR]; 4, cour Croix de Bois, F-18000 Bourges (FR). **BARRE, Cyril** [FR/FR]; 1, rue des Poulies, F-36100 Issoudun (FR). **LAPEYRONNIE, David** [FR/FR]; 19, rue Jeanne de France, F-18340 Levet (FR).

(74) Mandataires : **MARTIN, Jean-Jacques** etc.; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

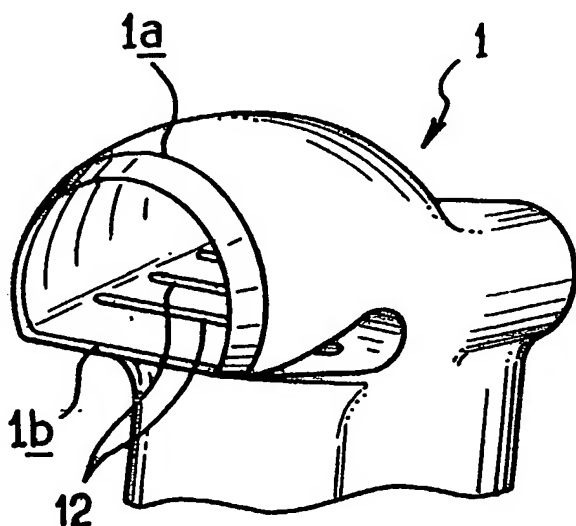
Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DE-ICED TOTAL AIR TEMPERATURE SENSOR

(54) Titre : CAPTEUR DEGIVRE DE TEMPERATURE TOTALE D'AIR



(57) Abstract: The invention relates to a sensor which is used to measure physical parameters in relation to a fluid, such as the total air temperature. The inventive sensor comprises: a fluid intake (1) which is mounted on a profiled body (2); a conduit which is disposed inside the aforementioned profiled body (2) for the passage of the fluid, said conduit being connected to the fluid intake (1); and a sensitive element which is disposed inside the conduit. According to the invention, the sensor is characterised in that it comprises elements that ensure an improved measuring performance. In particular, the inlet section of the air intake extends such as to define a sliding surface that is conducive to the elimination of the ice. The invention also relates to a boundary layer suction system which is improved through the use of grooves and a sensitive ceramic element which is used for thermal decoupling which is optimised along with the de-iced body.

(57) Abrégé : Capteur de mesure de paramètre(s) physique(s) sur un fluide, notamment la température totale de l'air, comportant une prise de fluide (1) rapportée sur un corps profilé (2), un conduit aménagé dans ledit corps profilé (2) pour permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide

(1), un élément sensible disposé à l'intérieur dudit conduit. Capteur caractérisé en ce qu'il comporte des éléments lui conférant des performances de mesure améliorées. Notamment, la prise d'air proposée présente une section d'entrée qui s'étend de façon à définir une surface de glissement propice à l'élimination du givre. L'invention présente également un système d'aspiration de couche limite amélioré par l'utilisation de rainures et un élément sensible céramique assurant un découplage thermique optimisés avec le corps dégivré.



**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## CAPTEUR DEGIVRE DE TEMPERATURE TOTALE D'AIR

5

DOMAINE GENERAL

La présente invention est relative à un capteur pour la mesure d'au moins un paramètre physique sur un flux de fluide et notamment à un capteur dégivré de température totale d'air.

10 Elle trouve en particulier avantageusement application dans le domaine de l'aéronautique pour la mesure de température totale d'air en entrée de moteurs et/ou à l'extérieur des aéronefs.

ETAT DE LA TECHNIQUE

15 De nombreux capteurs de température totale d'air dégivrés sont déjà connus.

Ils comportent classiquement, ainsi que l'illustrent les figures 1 et 2, une prise d'air 1 rapportée sur un corps profilé 2 ayant un profil du type en aile d'avion.

20 Un conduit 3 est ménagé dans le corps profilé 2 et permet l'écoulement du fluide sur lequel un paramètre physique doit être mesuré en étant en communication avec la prise d'air 1 par l'intermédiaire d'une zone de séparation inertielle 4.

Cette zone 4 permet de séparer par centrifugation les éléments de  
25 masse importante (liquide, givre, sable,...) par rapport au reste du gaz, ces éléments étant évacués du capteur par une zone d'éjection 5 opposée à la prise d'air 1.

Afin d'éviter les phénomènes de décollement du fluide dans la zone de séparation inertielle, des trous 6 sont ménagés dans la paroi de celle-ci,  
30 du côté opposé à la zone d'éjection 5, et communiquent avec l'extérieur par l'intermédiaire d'une chambre 7 qui s'étend transversalement par rapport au corps profilé 2.

Le différentiel de pression existant entre l'intérieur et l'extérieur du capteur permet l'aspiration de la couche limite par les trous 6.

L'ensemble de la prise d'air 1, du corps profilé 2, du conduit 3, de la zone de séparation inertielle 4 et de la zone d'éjection 5 est dégivré électriquement par les résistances chauffantes positionnées dans des rainures 8 ménagées dans des parois de la sonde.

Un élément 9 formant sonde de mesure s'étend à l'intérieur du conduit 3.

Cet élément 9 est par exemple une résistance thermométrique, isolée thermiquement du corps profilé 2.

Le corps profilé 2, également appelé « mât », est rapporté sur une bride de fixation 11 qui a une forme générale plane (par exemple un disque), qui s'étend perpendiculairement à l'axe du corps 2 et du conduit 3.

Une embase de connexion 10 est rapportée sur cette bride de fixation 11 du côté de celle-ci opposé au corps profilé 2.

Il peut également être prévu que le corps profilé soit monté sur une palette mobile destinée à s'orienter dans l'axe de l'écoulement d'air.

Une structure en ce sens est notamment décrite dans la demande de brevet WO 01/44821 qui décrit une sonde multifonctions intégrant une mesure de température totale d'air montée sur une palette mobile en s'y étendant avec un axe longitudinal incliné dans le flux de fluide.

Généralement, ainsi que l'illustre la figure 2, la prise d'air 1 est de section intérieure rectangulaire et il en est de même, au moins sur une certaine portion, du conduit 3 qui se raccorde à la prise d'air 1.

Il a été récemment proposé par la Demanderesse, notamment dans sa demande WO 01/88 496, une structure de capteur dans laquelle la prise d'air est de section au moins partiellement circulaire ou elliptique.

Il a en effet été montré qu'une telle forme permettait de tenir des conditions de givrage plus sévères qu'avec les capteurs dont les sections de prises d'air sont rectangulaires.

## PRESENTATION DE L'INVENTION

Un but général de l'invention est de proposer un capteur présentant un comportement encore amélioré en conditions givrantes et ce sans  
5 dégrader les performances de mesure en conditions sèches.

Notamment, l'invention concerne un capteur comportant une prise de fluide rapportée sur un corps profilé, un conduit aménagé dans ledit corps profilé pour permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide et un élément sensible disposé à  
10 l'intérieur dudit conduit.

L'invention propose notamment une structure de prise d'air qui permet une vitesse de dégivrage encore améliorée et permet de pallier les inconvénients des prises d'air classiquement connues pour ce type de sonde.

15 On rencontre en effet avec les sondes de l'art antérieur des difficultés à éliminer certains blocs de glace qui viennent se bloquer sur la section d'entrée de la prise d'air. Il arrive en effet que dans certains cas le seul système de chauffage soit insuffisant pour désengager rapidement la prise d'air.

20 L'invention propose quant à elle un capteur de mesure de paramètre(s) physique(s) notamment la température totale de l'air sur un fluide comportant :

- une prise de fluide rapportée sur un corps profilé,
- un conduit aménagé dans ledit corps profilé pour  
25 permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide,
- un élément sensible disposé à l'intérieur dudit conduit,

caractérisé en ce que ladite prise de fluide présente une section d'entrée qui s'étend de façon à définir une surface en pente par rapport à la  
30 perpendiculaire à la direction principale d'écoulement du fluide au niveau de ladite prise, cette surface définissant une surface de glissement pour d'éventuels glaçons qui viendraient en appui sur celle-ci.

Par ailleurs, l'invention propose une solution permettant de pallier aux inconvénients que peuvent présenter les moyens d'aspiration de couche limite que constituent les trous 6, pour les structures du type de celles illustrées sur les figures 1 et 2.

5 De tels moyens d'aspiration présentent en effet un faible rendement impliquant un nombre de trous important ; ils impliquent des tolérances de fabrication serrées pour assurer la répétabilité des performances ; ils sont en outre à l'origine d'une sensibilité angulaire importante de la sonde détériorant les performances de mesure lorsque la sonde est en incidence.

10 L'invention propose un capteur dont les moyens d'aspiration ne présentent pas ces inconvénients.

Notamment, elle propose un capteur de mesure de paramètre(s) physique(s) notamment la température totale de l'air sur un fluide comportant :

- 15
- une prise de fluide rapportée sur un corps profilé,
  - un conduit aménagé dans ledit corps profilé pour permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide,
  - un élément sensible disposé à l'intérieur dudit conduit, la
- 20 prise de fluide présentant une section intérieure définie par au moins une surface plane qui communique avec une chambre qui débouche à l'extérieur et qui constitue une chambre d'aspiration de couche limite,

caractérisé en ce que ladite surface plane présente à cet effet une pluralité  
25 de rainures d'aspiration s'étendant transversalement par rapport à la direction générale d'écoulement du flux dans la prise de fluide.

Egalement encore, l'invention propose des perfectionnements relatifs à l'élément sensible. Classiquement en effet, l'élément sensible, composé d'un fil résistif bobiné entre deux tubes métalliques dont il est  
30 électriquement isolé, est positionné à l'intérieur du capteur grâce à un support métallique creux. Ce support métallique est assemblé avec le corps

métallique du capteur par soudure. Il en résulte que la chaleur dissipée dans le corps de sonde est transmise à l'élément sensible par conduction.

Pour limiter ces effets, on utilise habituellement des plots de maintien entre le support métallique et l'élément sensible.

5 Des structures à plots de maintien présentent toutefois de nombreux inconvénients :

- assemblage complexe,
- mauvaise tenue en fatigue des plots de maintien conduisant à une rupture de l'élément de mesure,
- 10 - isolement électrique limité par l'utilisation de matériaux métalliques.

L'invention propose une structure qui permet de pallier à ces inconvénients par l'utilisation d'une céramique isolante thermiquement pour le mandrin support et permettant d'assurer une tenue mécanique et un  
15 découplage thermique améliorés.

Ainsi, il est proposé un capteur de mesure de paramètre(s) physique(s) notamment la température totale de l'air sur un fluide comportant :

- une prise de fluide rapportée sur un corps profilé,
- 20 - un conduit aménagé dans ledit corps profilé pour permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide,
- un élément sensible disposé à l'intérieur dudit conduit, caractérisé en ce que l'élément sensible comporte un tube  
25 céramique sur lequel est bobiné un fil résistif de mesure.

### PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est illustrative et non limitative et  
30 doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 et 2, déjà discutées, sont des représentations schématiques en coupe et en perspective d'un capteur dégivré de mesure de température d'air totale conforme à un état de la technique connu ;

- la figure 3 est une représentation en vue en coupe illustrant un mode de réalisation possible de l'invention ;
- la figure 4 est une représentation en vue de côté du mode de réalisation illustré sur la figure 3 ;
- 5       - la figure 5 et la figure 6 sont des représentations en perspective illustrant deux exemples de forme de prise d'air ;
- la figure 7 est une représentation schématique en vue de dessus de la paroi inférieure de la prise d'air et des moyens d'aspiration de couche limite qu'elle comporte ;
- 10       - les figures 8a et 8b illustrent l'écoulement du fluide, d'une part, dans le cas de moyens d'aspiration du type de ceux connus dans l'état de la technique et, d'autre part, dans le cas de moyens d'aspiration du type de ceux illustrés sur la figure 7 ;
- les figures 9a et 9b sont, l'une, une représentation définissant l'incidence prise par le capteur par rapport à la direction d'écoulement, et l'autre, l'évolution de l'erreur sur la mesure réalisée en fonction de l'angle d'incidence, d'une part pour un capteur conforme à l'état de la technique et, d'autre part, pour un capteur du type de celui illustré sur les figures 5 à 7 ;
- 15       - les figures 10a et 10b sont des représentations schématiques en coupe qui illustrent l'écoulement du fluide dans l'épaisseur de la paroi inférieure, d'une part dans le cas de moyens d'aspiration à trous (figure 10a) et, d'autre part, dans le cas d'un mode de réalisation avantageux de l'invention (figure 10b) ;
- la figure 12 est une représentation en vue de dessus similaire à celle de la figure 7, illustrant un autre mode de réalisation possible ;
- 25       - les figures 13a et 13b illustrent deux modes de réalisation possibles pour la surface de glissement définie par la section d'entrée de la prise de fluide ;
- la figure 14 est une représentation schématique en coupe transversale de la prise d'air ;
- 30       - la figure 15 est une représentation en perspective d'un capteur conforme à un mode de réalisation possible de l'invention, cette vue en



perspective faisant apparaître une forme possible pour la section d'éjection du capteur.

- la figure 16 est une représentation schématique en vue de côté de l'élément sensible.

5

## DESCRIPTION D'UN OU PLUSIEURS MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

### Structure générale

10 Les capteurs illustrés sur les figures 3 et suivantes comportent une prise d'air 1 supportée par un corps profilé ou « mât » 2 et débouchant dans un conduit 3 qui s'étend dans ledit mât 2, ce conduit 3 recevant un élément sensible 9.

15 Le corps profilé ou « mât » 2 s'étend à partir d'une bride de fixation 11.

Cette bride présente notamment une portée 11a qui est destinée à venir en appui sur la pièce (portion de fuselage, par exemple) sur laquelle le capteur est destiné à être fixé, la surface de cette portée définissant un plan de fixation pour le capteur.

20

### Inclinaison et forme de la section d'entrée

On rappelle que classiquement, la section supportant la prise d'air de la sonde est perpendiculaire à l'écoulement.

25 Ainsi que l'illustre la figure 13a, il est proposé que la section d'entrée de la prise d'air soit inclinée par rapport à la section orthogonale de l'écoulement (angle  $\theta$ ).

L'inclinaison est du bord inférieur de la prise vers l'aval (l'arrière), de sorte que la section d'entrée de la prise d'air constitue une surface de glissement pour les glaçons qui viendraient se bloquer sur cette prise d'air.

30 De tels glaçons en effet sont amenés à glisser le long de cette surface et à s'en désengager, ladite surface étant par ailleurs chauffée par le système de dégivrage.

Avec une telle structure à section d'entrée inclinée, la vitesse de dégivrage est améliorée jusqu'à 50 % (cas d'un angle  $\theta$  compris entre  $5^\circ$  et  $45^\circ$ ). L'angle  $\theta$  est notamment préférentiellement égal à  $10^\circ$ .

En variante encore et ainsi que l'illustre la figure 13b, la section d'entrée qui forme surface de glissement pour la glace peut être arrondie (concave ou convexe).

Pour optimiser à la fois la vitesse de dégivrage et le rendement des rainures d'aspiration, la forme de la prise d'air est préférentiellement du type illustré sur la figure 6 ainsi que sur la figure 14.

10 Comme on le voit sur ces figures, elle comprend deux côtés plans et parallèles entre eux, de longueurs différentes dans la section droite de la prise d'air. Ses côtés sont reliés entre eux par deux côtés de forme arrondie.

15 Le côté qui définit le plan inférieur 1b et qui porte les rainures d'aspiration 12 est par exemple d'une longueur (double flèche, grand « L » sur la figure 14) comprise entre 15 et 25 mm, le deuxième côté est quant à lui d'une longueur (double flèche, petit « L » sur la figure 13) comprise entre 5 et 15 mm.

20 Les deux autres côtés arrondis permettent de réduire la surface interne exposée au givre. Leur rayon de courbure (R) est compris entre 5 et 15 mm.

On notera également que tous les angles entre les différents côtés de la section droite de la prise d'air sont tous supérieurs à  $90^\circ$ , ce qui permet de limiter les zones mortes et d'avoir une répartition homogène des fluides.

25 Ainsi qu'illustrent plus particulièrement les figures 5 et 6, la prise d'air 1 a avantageusement une forme au moins partiellement arrondie.

30 Dans le cas illustré sur la figure 5, cette prise d'air 1 est définie par une portion haute 1a de forme intérieure sensiblement cylindrique, ainsi que par une paroi inférieure 1b de forme plane, qui s'étend entre le bord d'ouverture de la prise d'air 1 et la zone inertielle 4, les termes « haute » et « inférieure » devant être ici compris par rapport à l'axe principal du corps 2,

considéré de la bride de fixation 11 vers la prise d'air. Quant au conduit 3, il présente également, au moins sur une partie, une forme arrondie.

L'utilisation de formes arrondies pour la prise d'air 1 et/ou le conduit 3 a l'avantage de permettre de réduire la surface intérieure du capteur sur laquelle le givre est susceptible de se déposer, de supprimer les zones de changement de section de passage de l'air ou du fluide à mesurer, d'éliminer les zones mortes générées dans les angles.

A puissance de dégivrage égale, ces formes permettent de tenir des conditions givrantes plus sévères que les capteurs classiques à prise d'air de section de forme rectangulaire ; elles permettent en outre d'être conformes aux dernières évolutions des normes aéronautiques. Notamment pour des conditions givrantes identiques, la puissance de dégivrage nécessaire est moins importante de 10 à 20 % que pour les capteurs antérieurs.

On notera toutefois que des prises d'air du type de celle illustrée sur la figure 6 sont particulièrement préférées : notamment, la surface plane supérieure 1c permet d'assurer un taux de compression interne suffisant pour le bon rendement du système d'aspiration, quel que soit le débit de l'écoulement extérieur.

#### Aspiration de la couche limite

Par ailleurs, dans l'exemple illustré sur la figure 5, comme sur celui des figures 6 et 7, la surface plane 1b inférieure de la prise d'air 1 porte, à la place des trous d'aspiration qui sont habituellement prévus pour les systèmes d'aspiration de couches limites, des rainures 12 qui s'étendent perpendiculairement à la direction d'écoulement du flux dans la prise d'air.

Ces rainures 12 permettent de limiter le développement de la couche limite thermique à l'intérieur de la sonde, ainsi qu'à l'intérieur du conduit 3 dans lequel est disposé l'élément sensible grâce :

- à une augmentation du rendement d'aspiration due à une section efficace plus importante ;
- à une absence de déviation des lignes de courant, lesdites rainures permettant un écoulement présentant une

certaine largeur (écoulement 2D) (figure 8b) contrairement au système d'aspiration à trous (figure 8a).

Ce perfectionnement trouve tout particulièrement avantageusement application dans le cas où la sonde présente une incidence importante par rapport à la direction d'écoulement du flux (incidence supérieure à 5°). La sensibilité angulaire, système de réchauffage activé, est alors réduite de 20 à 50 %.

C'est ce qui est illustré sur les figures 9a et 9b, la figure 9a définissant l'incidence prise par la sonde par rapport à la direction d'écoulement (cf. double flèche qui illustre le pivotement autour de l'axe de la sonde), la figure 9b étant un graphe sur lequel on a porté des courbes montrant l'évolution de l'erreur sur la température totale d'air en fonction de l'angle d'incidence entre la direction d'écoulement et l'axe de la sonde et ce, d'une part, dans le cas d'une sonde de l'art antérieur à trous d'aspiration (courbe en trait plein) et, d'autre part, dans le cas d'une sonde munie de rainures d'aspiration (courbe en traits pointillés).

On voit qu'avec des rainures d'aspiration, le comportement angulaire est fortement amélioré, la sonde étant particulièrement insensible aux effets d'angle, l'angle de décrochage de la sonde étant en tout état de cause fortement repoussé.

On notera par ailleurs que l'utilisation de rainures permet d'éliminer les points froids présents entre les trous d'aspiration utilisés dans l'art antérieur et susceptibles de favoriser une accroche du givre.

En outre, elles sont moins susceptibles de s'obstruer dans le cas où des corps étrangers sont ingérés par la sonde (sable, poussières volcaniques,...).

On notera également que les rainures peuvent avantageusement être inclinées dans l'épaisseur de la paroi inférieure 1b. C'est ce que montrent les figures 10a et 10b, qui illustrent respectivement l'écoulement d'un fluide dans le cas d'une rainure non inclinée (figure 10a) et dans le cas d'une rainure inclinée (figure 10b).

On comprend sur ces représentations qu'une inclinaison d'un angle  $\phi$  par rapport à la perpendiculaire à la paroi 1b permet un rendement

d'écoulement optimisé et notamment une réduction des zones de recirculation à l'intérieur des rainures et une augmentation de la valeur de la pression d'alimentation.

L'angle  $\phi$  peut par exemple être compris entre  $10^\circ$  et  $60^\circ$ . Il est par exemple autour de  $45^\circ$ .

Par ailleurs, ainsi que l'illustrent les figures 11a, 11b et 11c, différentes formes sont envisageables pour les rainures. Notamment, les rainures peuvent être des fentes de section rectangulaire (figure 11a) ; elles peuvent être des fentes de section à extrémités arrondies (figure 11b) ; elles peuvent être en forme de pointe de flèche (figure 11c), etc...

La figure 12 illustre, quant à elle, le cas d'une paroi présentant trois rainures 12 en flèche. La pointe des flèches 12 y est dirigée vers la zone d'éjection 5 de la sonde.

Par ailleurs, ces rainures d'aspiration 12 débouchent dans une chambre 7 qui est définie, d'une part, par la paroi 1b et, d'autre part, par la paroi 13. Cette paroi 13 inclinée permet d'augmenter la capacité d'aspiration des rainures 12 en optimisant le différentiel de pression entre l'intérieur de la sonde et les ouïes définies par la forme de cette chambre 7, et ce par génération d'un tourbillon marginal sur les bords de la paroi 13. Il en résulte une diminution de l'erreur associée au système de réchauffage à bas débit.

Par ailleurs, la section d'éjection de la zone 5 (figure 15) est déterminée pour permettre la séparation inertielle des particules entrant dans la sonde et pour donner à la sonde une bonne capacité à ingérer du givre et des cristaux de glace.

### Elément sensible

Ainsi que l'illustre la figure 15, l'élément sensible 9 est, quant à lui, constitué de deux parties principales de forme cylindrique (tube céramique 21 et mandrin support 22). Ces formes permettent d'assurer un échange d'énergie optimal avec le fluide mesuré et de diminuer par conséquent l'erreur introduite par le transfert de chaleur par conduction

entre la sonde et l'élément sensible. Cet effet est amplifié par l'utilisation d'une céramique isolante thermiquement pour le mandrin support.

Notamment, le fait d'utiliser des céramiques pour réaliser le support de l'élément de mesure permet une tenue mécanique et un découplage thermique améliorés.

On notera qu'une telle structure présente une tenue mécanique accrue en fatigue.

Par ailleurs, une telle structure permet de garantir un isolement électrique supérieur à ce qu'offre une technologie sur support métallique. Notamment, la céramique assure une protection contre la foudre, ce que ne permettent pas les supports métalliques.

Egalement, le support en céramique assure un découplage thermique efficace, même à faible vitesse.

L'élément sensible 21 est, quant à lui, avantageusement constitué d'un tube céramique sur lequel est bobiné le fil résistif.

Les améliorations décrites précédemment trouvent avantageusement application dans un capteur qui comporte une bride de fixation présentant une portée définissant un plan de fixation pour le capteur et dans lequel le corps profilé est incliné par rapport au plan de fixation et présente un axe longitudinal qui s'étend autrement que perpendiculairement par rapport audit plan.

Plus précisément, la sonde s'étend alors de façon à ce que l'ouverture de la prise 1 se trouve dans le flux de fluide, le mât se trouvant également dans le fluide, son plan médian principal étant parallèle à la direction d'écoulement de celui-ci, l'axe dudit mât (c'est-à-dire l'axe du conduit 3 et de l'élément sensible 9, référencé par A sur la figure 3) étant incliné par rapport à l'écoulement du flux de fluide et étant disposé avec un certain angle par rapport à une direction qui s'étendrait dans ledit plan médian perpendiculairement à l'écoulement du fluide et au plan de fixation défini par la portée 11a.

Cette inclinaison est « vers l'arrière », la tête de la sonde, c'est-à-dire la prise d'air 1, étant en retrait par rapport à la partie du mât 2 qui en est la plus éloignée si l'on se réfère au sens d'écoulement du fluide.

L'angle entre l'axe A du mât 2 et la direction perpendiculaire précitée (angle  $\alpha$  sur la figure 3) est de l'ordre de 5 à 15°.

## REVENDICATIONS

1. Capteur de mesure de paramètre(s) physique(s) notamment la température totale de l'air sur un fluide comportant :

- 5
- une prise de fluide (1) rapportée sur un corps profilé (2),
  - un conduit aménagé dans ledit corps profilé (2) pour permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide (1),
  - un élément sensible disposé à l'intérieur dudit conduit,

10 caractérisé en ce que ladite prise de fluide présente une section d'entrée qui s'étend de façon à définir une surface en pente par rapport à la perpendiculaire à la direction principale d'écoulement du fluide au niveau de ladite prise, cette surface définissant une surface de glissement pour d'éventuels glaçons qui viendraient en appui sur celle-ci.

15 2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la section d'entrée présente une inclinaison par rapport à une section orthogonale à la direction principale d'écoulement de fluide.

3. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la section d'entrée définit une surface de glissement concave ou convexe.

20 4. Capteur de mesure de paramètre(s) physique(s) notamment la température totale de l'air sur un fluide comportant :

- 25
- une prise de fluide (1) rapportée sur un corps profilé (2),
  - un conduit aménagé dans ledit corps profilé (2) pour permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide (1),
  - un élément sensible disposé à l'intérieur dudit conduit, la prise de fluide (1) présentant une section intérieure définie par au moins une surface plane (1b) qui communique avec une chambre (7) qui débouche à l'extérieur et qui constitue
- 30 une chambre d'aspiration de couche limite,



caractérisé en ce que ladite surface plane (1b) présente à cet effet une pluralité de rainures d'aspiration (12) s'étendant transversalement par rapport à la direction générale d'écoulement du flux dans la prise de fluide.

5        5. Capteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les rainures s'étendent sur ladite paroi plane perpendiculairement à la direction générale d'écoulement dans le fluide.

6. Capteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les rainures s'étendent en « V » sur ladite paroi plane.

10        7. Capteur selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que les rainures s'étendent dans l'épaisseur de la paroi en étant inclinées vers l'aval.

8. Capteur de mesure de paramètre(s) physique(s) notamment la température totale de l'air sur un fluide comportant :

- 15        - une prise de fluide (1) rapportée sur un corps profilé (2),  
- un conduit aménagé dans ledit corps profilé (2) pour permettre l'écoulement du fluide, ledit conduit communiquant avec ladite prise de fluide (1),  
- un élément sensible disposé à l'intérieur dudit conduit,

20        caractérisé en ce que l'élément sensible comporte un tube céramique sur lequel est bobiné un fil résistif de mesure.

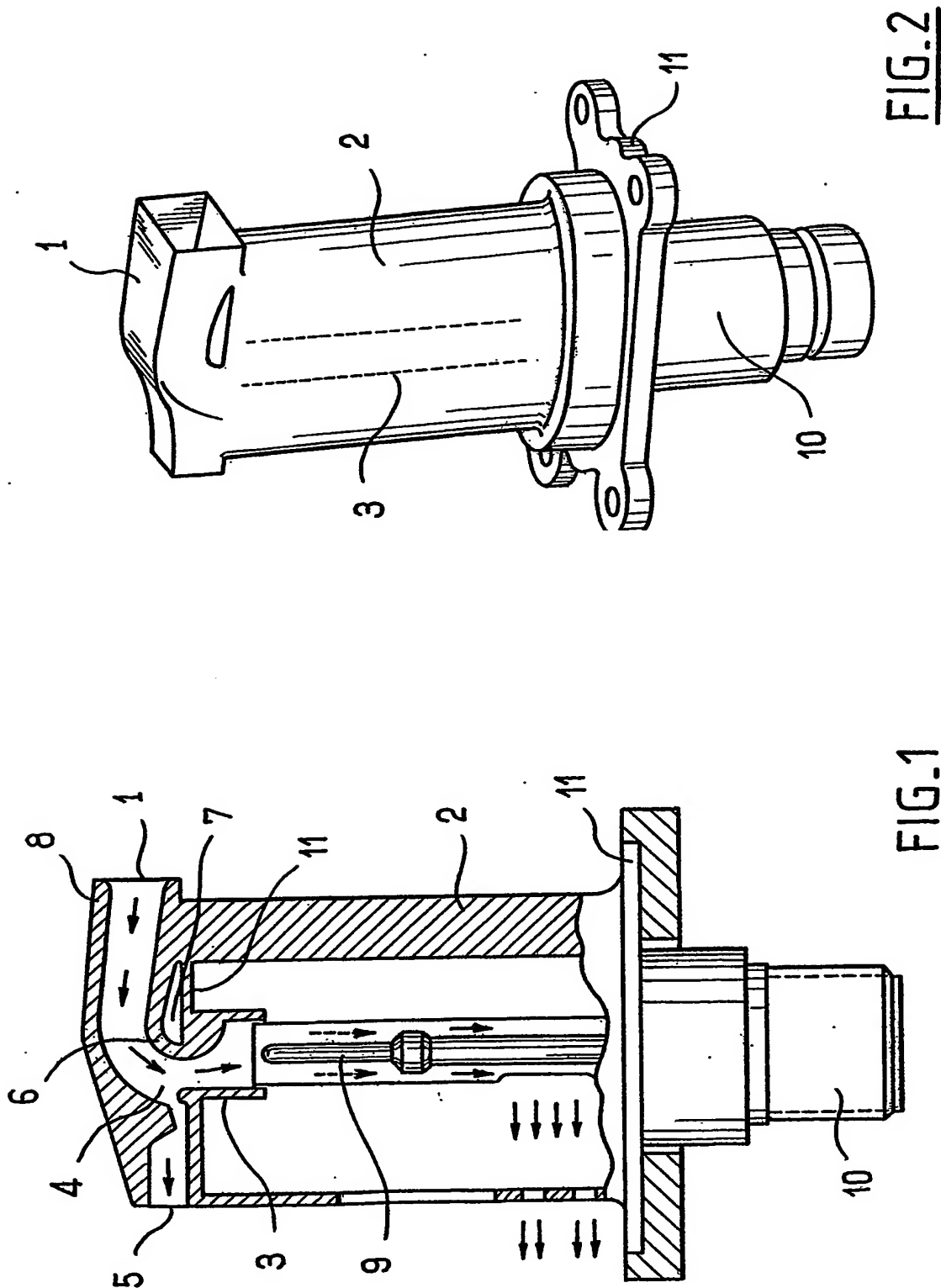
9. Capteur selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte un mandrin support qui porte l'élément sensible et qui est en céramique thermiquement isolante.

25        10. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une bride de fixation (11) présentant une portée définissant un plan de fixation pour le capteur et en ce que le corps profilé (2) est incliné par rapport au plan de fixation et présente un axe longitudinal qui s'étend autrement que perpendiculairement par rapport audit plan.

30        11. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'angle entre l'axe longitudinal (A) du corps profilé (2)

et la direction perpendiculaire à l'écoulement du fluide et/ou au plan de fixation est sensiblement compris entre 5 et 15°.

12. Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la prise de fluide (1) présente une section intérieure
- 5 définie par deux surfaces sensiblement planes (1b, 1c) s'étendant en regard l'une de l'autre et reliées entre elles par des surfaces de forme arrondie.



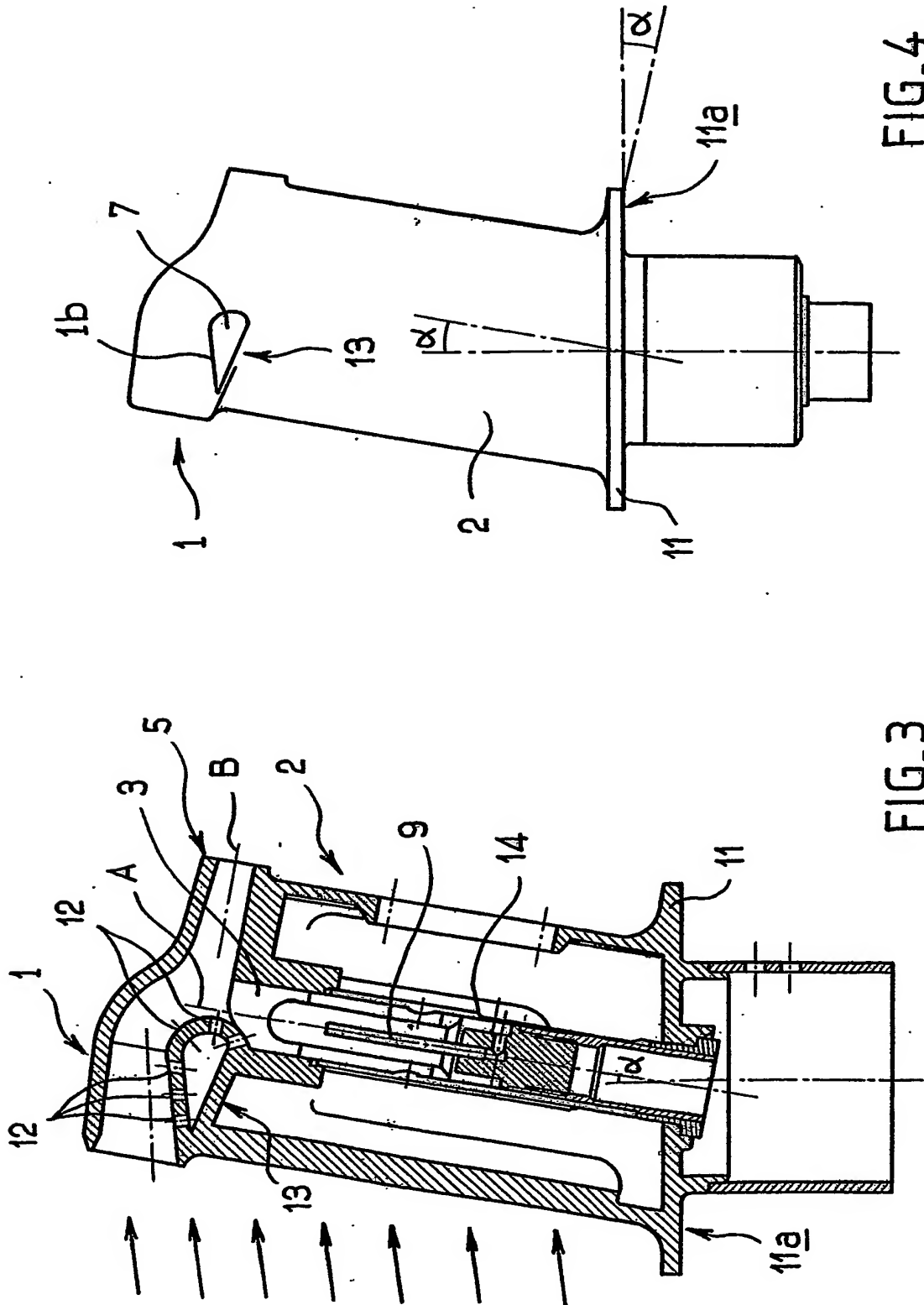


FIG. 4

FIG. 3

3 / 6

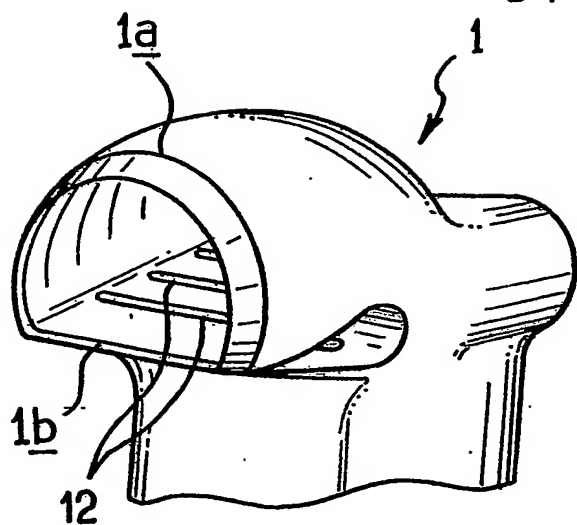


FIG. 5

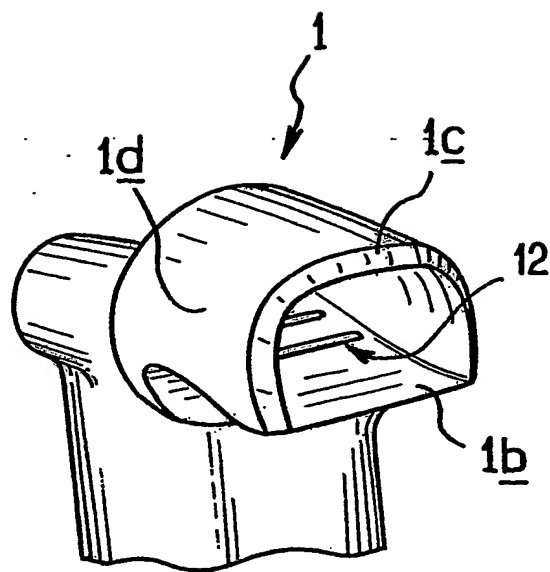


FIG. 6

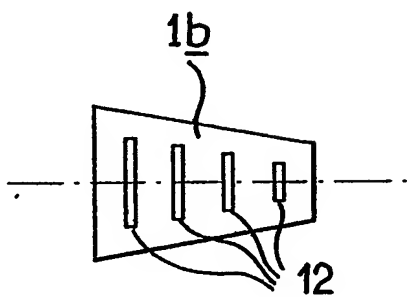


FIG. 7

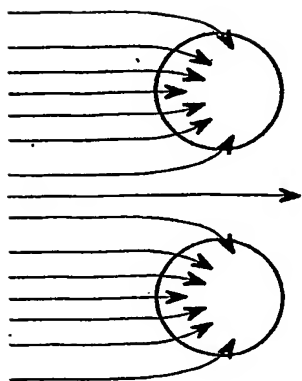


FIG. 8a

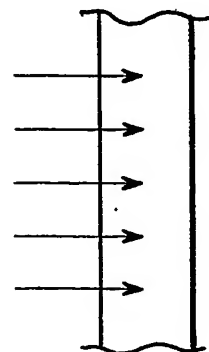


FIG. 8b

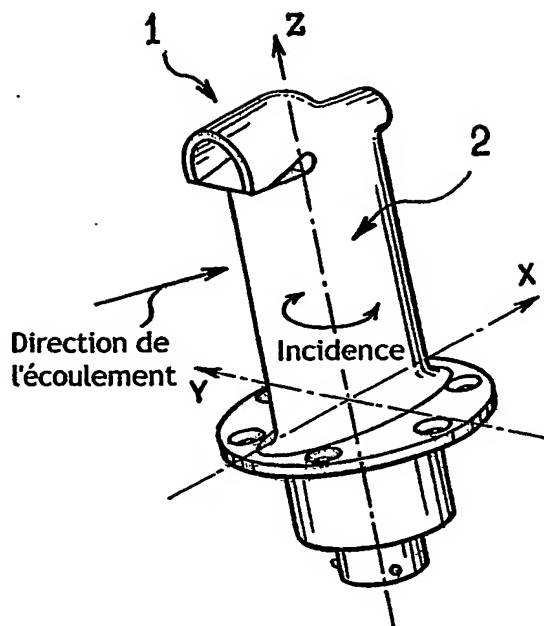


FIG. 9a

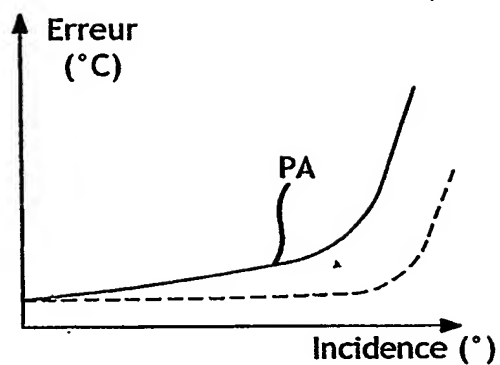


FIG. 9b

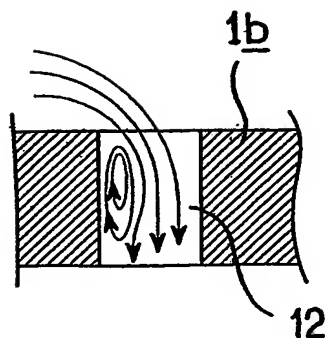


FIG. 10a

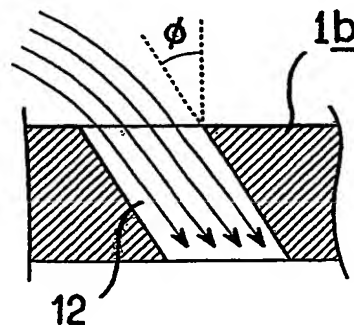


FIG. 10b



FIG. 11a

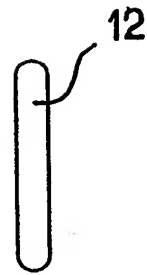


FIG. 11b

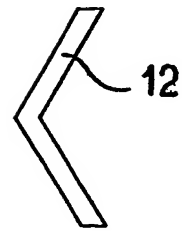


FIG. 11c

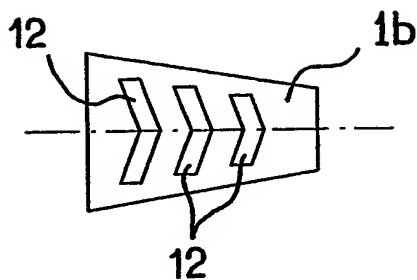


FIG. 12

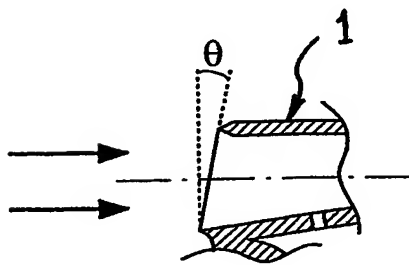


FIG. 13a

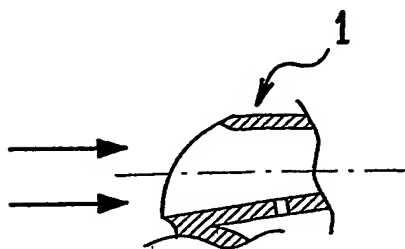


FIG. 13b

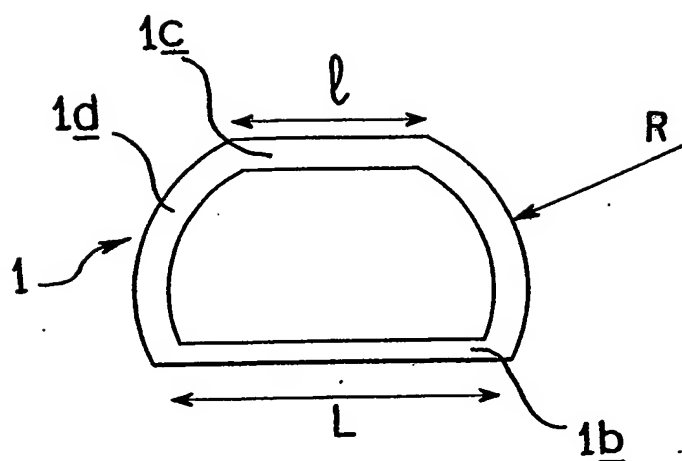


FIG. 14

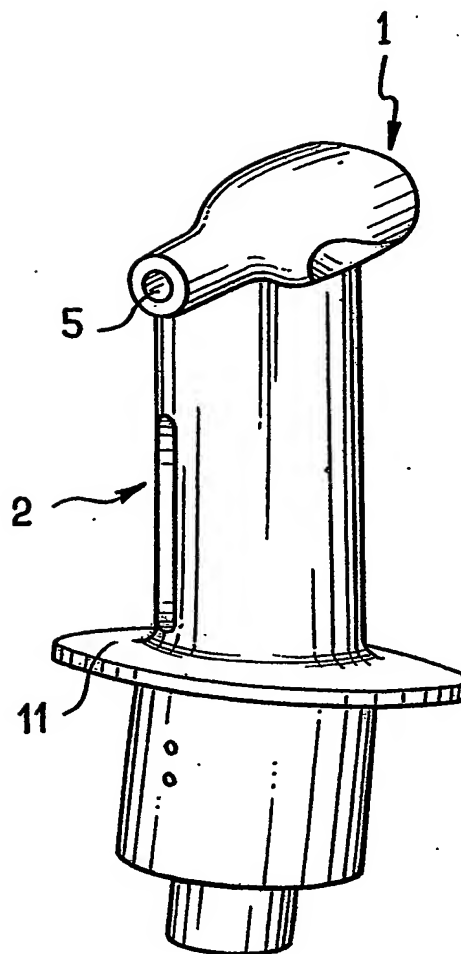


FIG. 15

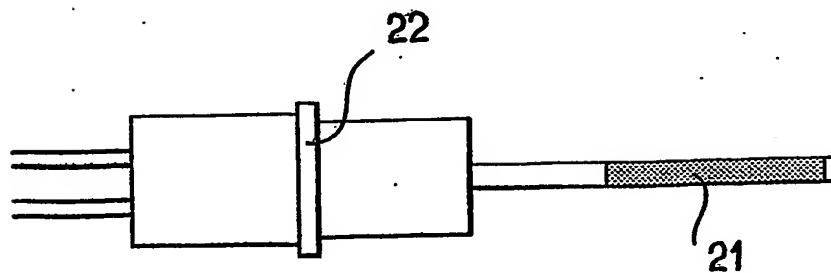


FIG. 16



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/01808

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01K13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01 44821 A (THALES AVIONICS S A ;CHOISNET JOEL (FR); COLLOT LIONEL (FR)) 21 June 2001 (2001-06-21) cited in the application the whole document	1, 10
A	WO 95 08101 A (GOODRICH CO B F) 23 March 1995 (1995-03-23) page 10, line 27 - line 29; figures	1, 10
A	page 12, line 34 -page 13, line 4; figure 7	5
A	WO 01 88496 A (AUXITROL SA ;BERNARD MARC (FR)) 22 November 2001 (2001-11-22) cited in the application the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 October 2003

Date of mailing of the international search report

09/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ramboer, P

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/01808

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0144821	A	21-06-2001	FR 2802647 A1	22-06-2001
			AU 2855201 A	25-06-2001
			BR 0016310 A	27-08-2002
			CA 2394239 A1	21-06-2001
			EP 1247105 A1	09-10-2002
			WO 0144821 A1	21-06-2001
			US 2003051546 A1	20-03-2003
WO 9508101	A	23-03-1995	US 5466067 A	14-11-1995
			WO 9508101 A1	23-03-1995
			US 5628565 A	13-05-1997
WO 0188496	A	22-11-2001	FR 2808874 A1	16-11-2001
			BR 0106640 A	16-04-2002
			CA 2374919 A1	22-11-2001
			EP 1285246 A1	26-02-2003
			WO 0188496 A1	22-11-2001
			US 2003005779 A1	09-01-2003

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 03/01808

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 G01K13/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01K

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 01 44821 A (THALES AVIONICS S A ;CHOISNET JOEL (FR); COLLOT LIONEL (FR)) 21 juin 2001 (2001-06-21) cité dans la demande le document en entier	1, 10
A	WO 95 08101 A (GOODRICH CO B F) 23 mars 1995 (1995-03-23) page 10, ligne 27 - ligne 29; figures	1, 10
A	page 12, ligne 34 -page 13, ligne 4; figure 7	5
A	WO 01 88496 A (AUXITROL SA ;BERNARD MARC (FR)) 22 novembre 2001 (2001-11-22) cité dans la demande le document en entier	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

1 octobre 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/10/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ramboer, P

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. de Internationale No

PCT/FR 03/01808

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0144821	A	21-06-2001	FR 2802647 A1	22-06-2001
			AU 2855201 A	25-06-2001
			BR 0016310 A	27-08-2002
			CA 2394239 A1	21-06-2001
			EP 1247105 A1	09-10-2002
			WO 0144821 A1	21-06-2001
			US 2003051546 A1	20-03-2003
WO 9508101	A	23-03-1995	US 5466067 A	14-11-1995
			WO 9508101 A1	23-03-1995
			US 5628565 A	13-05-1997
WO 0188496	A	22-11-2001	FR 2808874 A1	16-11-2001
			BR 0106640 A	16-04-2002
			CA 2374919 A1	22-11-2001
			EP 1285246 A1	26-02-2003
			WO 0188496 A1	22-11-2001
			US 2003005779 A1	09-01-2003